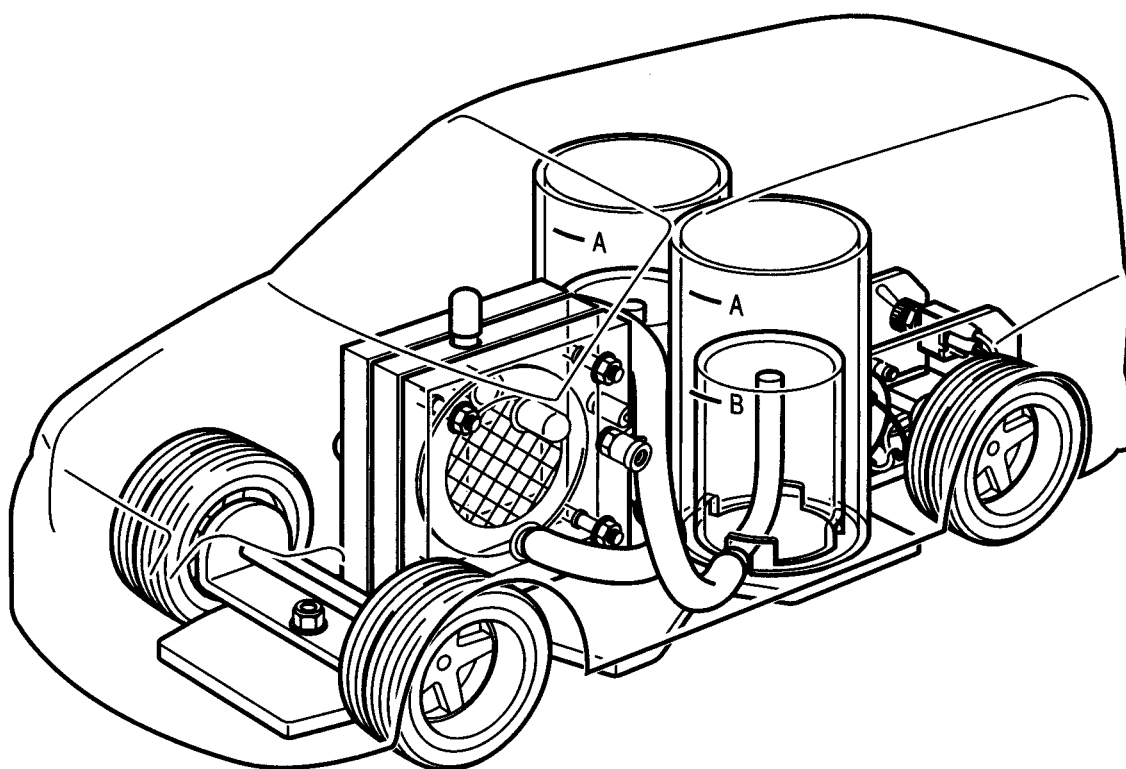


# **TOYOTA**

## **ADDESTRAMENTO TECNICO**

# **MODELLO DI VEICOLO A CELLA A COMBUSTIBILE**

**Manuale di Addestramento**



**TOYOTA MOTOR ITALIA**

**STM-053ZY**

# PREMESSA

- Prima di utilizzare il modello di veicolo a celle di combustibile (FC), leggere con attenzione questo manuale. Seguire le istruzioni e tenerle in un luogo facilmente accessibile durante l'utilizzo del modello.
- Questo modello di veicolo FC è stato sviluppato esclusivamente per i corsi di addestramento tecnico a fini dimostrativi. Non utilizzare il prodotto per altri scopi.

© **TOYOTA MOTOR ITALIA S.p.A.**

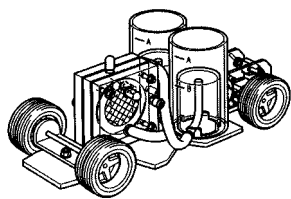
Tutti i diritti sono riservati. Questo libro non può essere riprodotto o copiato, né interamente né in parte, senza autorizzazione scritta della Toyota Motor Italia S.p.A.

# INDICE

1.	Controllo dei contenuti del kit di montaggio del modello .....	4
2.	Precauzione da adottare per un utilizzo sicuro .....	4
3.	Funzionamento .....	5
4.	Dopo il funzionamento .....	8
5.	Principi base del funzionamento delle celle a combustibile .....	9
6.	Domande e risposte .....	10

# 1. Controllo dei contenuti del kit di montaggio del modello

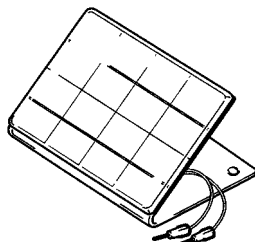
Accertarsi che il kit del modello contenga i cinque componenti indicati.



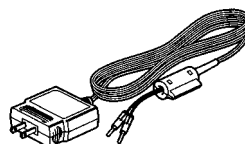
Gruppo principale del modello di veicolo FC



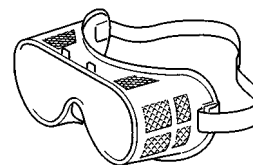
Bottiglia d'acqua



Pannello solare



Adattatore corrente alternata



Occhiali protettivi

## 2. Precauzioni da adottare per un utilizzo sicuro

Nel modello di veicolo FC, l'idrogeno e l'ossigeno sono prodotti dall'acqua distillata per mezzo della cella a combustibile inserita nel veicolo, con l'ausilio del pannello solare o dell'adattatore c.a.. L'uso improprio di questi gas può risultare pericoloso. Nell'utilizzare il modello di veicolo FC, seguire le seguenti regole.

1. La cella a combustibile non è un giocattolo. Riporre il modello di veicolo FC fuori dalla portata dei bambini.
2. Non fumare.
3. Tenere il modello lontano da fiamme libere.
4. Quando il modello di veicolo FC è in funzione, utilizzare gli occhiali protettivi o un equipaggiamento protettivo per gli occhi equivalente.
5. Utilizzare il modello di veicolo FC in ambienti sufficientemente ventilati.
6. Utilizzare il modello di veicolo FC in ambienti privi di eccessivi sbalzi termici e sbalzi di pressione. Il modello di veicolo FC potrebbe non funzionare in ambienti con temperature inferiori a 0 °C.

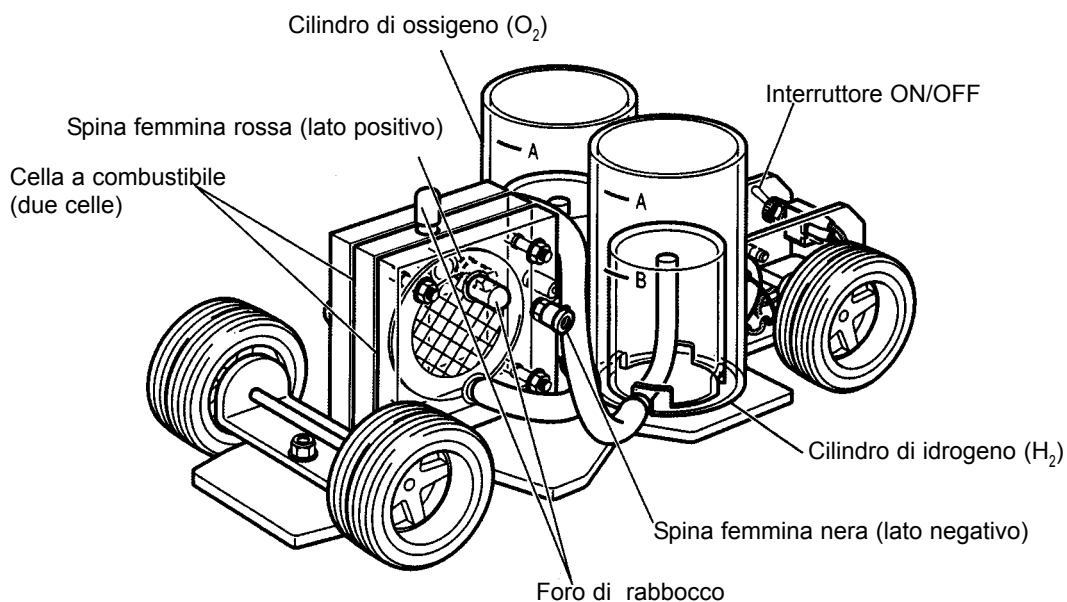
### ATTENZIONE

- Il modello di veicolo FC è stato progettato per essere utilizzato in ambienti al coperto su superfici piane. Il prodotto può avere un carica elettrica insufficiente per funzionare su superfici dotate di una certa pendenza o con leggera asperità.
- Utilizzare solo acqua distillata acquistata in farmacia, ecc. e nell'intervallo di tempo in cui la qualità del prodotto è garantita. Se si utilizza acqua di rubinetto, contenente impurità, o si utilizza sempre la stessa acqua distillata le prestazioni di funzionamento deterioreranno, producendo effetti negativi sulla performance della cella a combustibile. Non utilizzare mai acqua distillata impiegata nelle batterie delle autovetture in quanto contengono additivi.
- Sostituire il flessibile di collegamento alla cella a combustibile se danneggiato. Non riparare il flessibile con una fascetta, con adesivo o simili.
- Non smontare o apportare modifiche al modello di veicolo FC. Inoltre utilizzare il modello secondo quanto previsto durante l'addestramento, e non per scopi diversi, poiché potrebbe essere estremamente pericoloso.
- Utilizzare il pannello solare o l'adattatore c.a. in dotazione solo per produrre l'elettrolisi dell'acqua nel modello di veicolo FC.

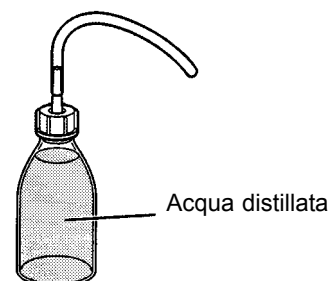
### 3. Funzionamento

#### Nota:

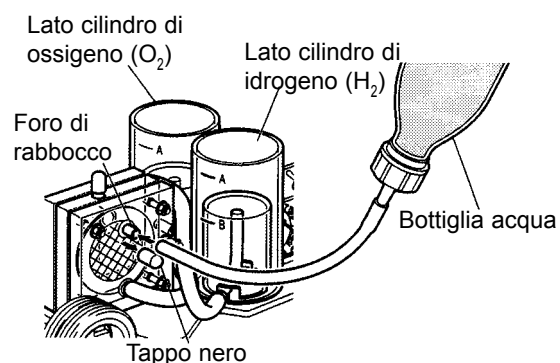
Questo modello di veicolo FC è del tipo a doppia cella a combustibile, che si avvale di due celle a combustibile con una membrana a scambio di protoni incastrata tra i due elettrodi. Questa cella a combustibile è reversibile. Oltre a eseguire l'elettrolisi dell'acqua può funzionare da cella a combustibile.



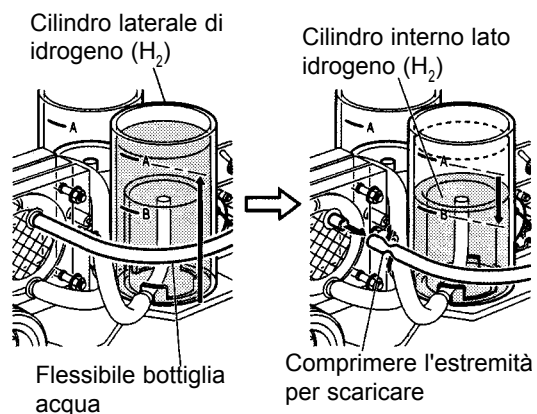
1. Riempire la bottiglia con acqua distillata.  
**Attenzione: Utilizzare solo acqua distillata**



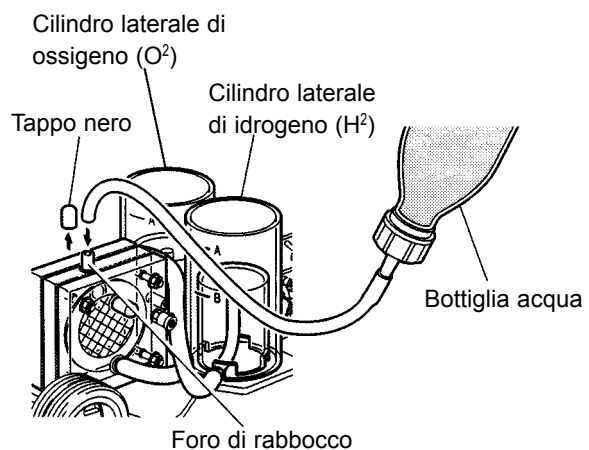
2. Rimuovere il tappo nero dal foro di rabbocco sul lato della cella a combustibile (sia sul lato destro che sinistro)
3. Inserire l'estremità della bottiglia nel foro di rabbocco.



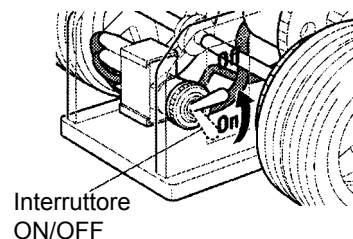
4. Capovolgere la bottiglia dell'acqua e tenerla in questa posizione premendola per far defluire attraverso la cella a combustibile l'acqua distillata dalla bottiglia al cilindro di idrogeno ( $H_2$ ). Riempire fino a raggiunge il livello "A" contrassegnato sul cilindro.
5. Riducendo la forza con cui si preme la bottiglia, il livello dell'acqua si abbassa. Quando l'acqua raggiunge il livello "B", contrassegnato sul cilindro, schiacciare l'estremità della bottiglia per evitare che l'acqua fuoriesca dal o nel flessibile, ed estrarre il flessibile dal foro di rabbocco.
6. Reinscrivere il tappo nero sul foro della cella a combustibile.
7. Effettuare le operazioni dal punto 2 al punto 6 per il foro di rabbocco che si trova sul lato opposto della cella a combustibile per incrementare il tasso di umidità della cella a combustibile.
8. Rimuovere il tappo nero del foro di rabbocco che si trova sulla parte superiore della cella a combustibile e ripetere le operazioni dal punto 3 al punto 6 per il cilindro di ossigeno ( $O_2$ ).



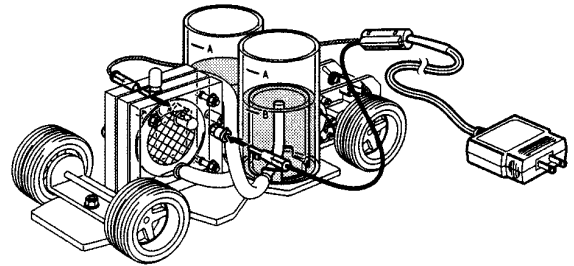
In questo modo i cilindri di ossigeno e idrogeno sono riempiti con il giusto quantitativo di acqua distillata e completano la fase di preparazione per poter produrre idrogeno e ossigeno attraverso l'elettrolisi dell'acqua.



9. Controllare che l'interruttore sia posizionato su "OFF"

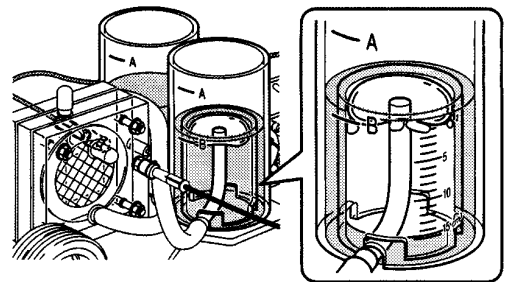


- 10 Collegare il pannello solare o l'adattatore c.a. per dare inizio all'elettrolisi. Collegare correttamente le polarità, la spina maschio rossa (lato positivo) alla spina femmina rossa della cella a combustibile e la spina maschio nera (lato negativo) alla spina maschio nera. Se si utilizza l'adattatore c.a. l'elettrolisi sarà completata in circa 2 minuti. Se si utilizza il pannello solare esposto a in piena luce solare, l'elettrolisi sarà completata in circa 3 minuti. Idrogeno e ossigeno si accumuleranno nei cilindri.



Controllare attentamente il cilindro di idrogeno e disconnettere la sorgente elettrica quando l'idrogeno accumulato è pari a  $150 \text{ cm}^3$ .

11. Posizionando l'interruttore su "ON", il modello di veicolo FC comincia a funzionare; il modello ha un'autonomia di circa 4 minuti.



## ATTENZIONE

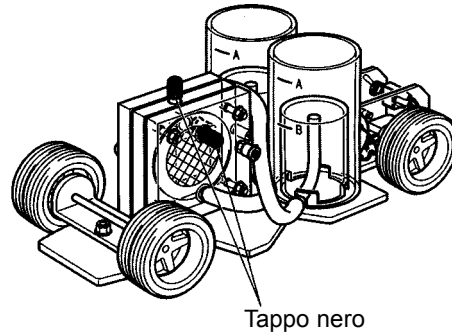
- Non utilizzare sorgenti elettriche diverse da quelle in dotazione (adattatore c.a. e pannello solare) per effettuare l'elettrolisi dell'acqua.
- Quando si inserisce l'adattatore c.a. nella presa di corrente, non toccare le estremità della spina rossa o nera poiché si può prendere una scossa elettrica o causare un corto circuito.
- Quando l'adattatore c.a. è utilizzato per provocare l'elettrolisi dell'acqua, evitare di toccare la resistenza che si trova nel punto dove si dividono la spina rossa e la spina nera (chiave di plastica) poiché questa si surriscalda.
- Oltre alla luce solare si possono utilizzare per il funzionamento del pannello solare lampade fotografiche o altri tipi di illuminazione. Avvicinare l'attrezzatura per illuminazione al pannello solare e verificarne il funzionamento. Non posizionare il pannello solare e il tipo di illuminazione utilizzato ad una distanza inferiore a quella necessaria.
- Non produrre ossigeno ed idrogeno in quantità superiore a quella che i cilindri possono contenere.
- Non far funzionare il sistema in assenza di acqua. Assicurarsi che contenga un quantitativo di acqua sufficiente (compreso tra i livelli contrassegnati).



## 4. Dopo il funzionamento

Il tipo di cella a combustibile inserita sul modello di veicolo FC non richiede particolare manutenzione. Dopo il suo utilizzo osservare i seguenti 4 punti.

1. Utilizzare tutto l'ossigeno e l'idrogeno prima di disfarsi dell'acqua distillata.
2. Dopo il funzionamento mettere il tappo nero sulla cella a combustibile e conservarla in condizioni di umidità.
3. Asciugare l'acqua eventualmente presente sulla piastra di base di colore nero prima di riporre il modello.
4. Coprire i cilindri per evitare che si impolverino o si sporchino.



## SPECIFICHE TECNICHE

Voce		
1	Dimensione (L x P x H)	240 x 95 x 95 mm
2	Peso	362 g
3	Capacità dei cilindri a gas (H <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> )	15 cm <sup>3</sup> / 15 cm <sup>3</sup>
4	Energia erogata dalla cella a combustibile	1W
5	Area della superficie dell'elettrodo della cella a combustibile	4 cm <sup>2</sup>
6	Tempo per ricarica (adattare c.a.) (Tensione di alimentazione) (Erogata)	2 min 100 - 240 V 3,6 V 400 mA
7	Tempo per ricarica (panello solare) (Tensione massima) (Corrente massima)	3 min (a seconda della luce solare) 3,68 V 470 mA
8	Tempo di funzionamento (con serbatoio pieno)	4 min

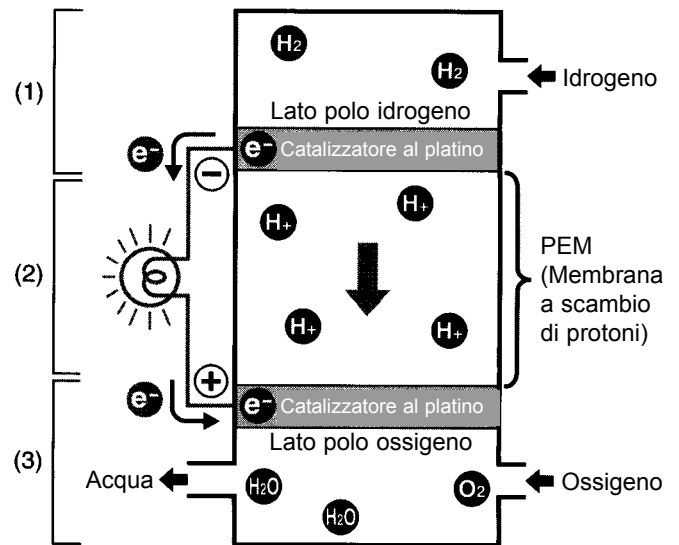
## 5 Principi base del funzionamento delle celle a combustibile

Le celle a combustibile convertono immediatamente in energia elettrica la reazione chimica (Non viene impiegata nessuna energia di conversione indiretta, come la combustione)

Idrogeno e ossigeno puro (incluso l'ossigeno presente nell'aria) si combinano per produrre acqua ed elettricità.

Le reazioni chimiche sono le seguenti.

- (1) Quando l'idrogeno ( $H_2$ ) entra nel lato del polo idrogeno (-) e l'ossigeno ( $O_2$ ) entra nel lato del polo ossigeno (+), la funzione di catalizzatore svolta dall'elettrodo al platino separa l'idrogeno, in prossimità del relativo polo (-), in ioni idrogeno ( $H^+$ ) e in elettroni ( $e^-$ ).
- (2) La reazione elettrochimica tra idrogeno e ossigeno produce energia elettrica. Solo gli ioni idrogeno ( $H^+$ ) attraversano la membrana elettrolitica e gli elettroni ( $e^-$ ) fluiscono nel circuito esterno fino al polo ossigeno (+).
- (3) È prodotta acqua. Al polo ossigeno, la funzione catalizzatrice dell'elettrodo lega l'ossigeno ( $O_2$ ) con gli ioni idrogeno ( $H^+$ ) che attraversano la membrana e gli elettroni ( $e^-$ ) fluiscono nel circuito esterno creando acqua.



Meccanismo per produrre corrente

## 6. Domande e risposte

**Q1: Perché la mia cella a combustibile non genera correttamente corrente elettrica?**

A1: Questa è una delle domande più frequenti. La cella a combustibile non genera elettricità se non sono presenti ossigeno e idrogeno.

**Q2: La membrana a scambio di protoni deve restare umida?**

A2: Sì. Durante il funzionamento è necessario che la membrana a scambio di protoni resti umida. È difficile conservare lo stato di umidità della membrana. Se la cella a combustione viene utilizzata in un ambiente con una umidità relativa inferiore al 70%, la membrana a scambio di protoni si asciuga. Mantenere la membrana umida durante il funzionamento.

**Q3: E riguardo lo stoccaggio?**

A3: La membrana deve essere mantenuta umida durante il periodo di stoccaggio. Se durante questo periodo la membrana si fosse seccata, non per questo la cella a combustione sarà danneggiata; tuttavia la reazione sarà inizialmente più lenta. Inoltre la tensione potrebbe essere prodotta nella parte della membrana a scambio di protoni non sufficientemente bagnata, danneggiando in tal modo la membrana. Per tale motivo collegare i flessibili in dotazione con la cella a combustibile all'immissione e allo scarico del foro del flessibile di collegamento gas. Il modo migliore per inumidire la membrana è di alitare delicatamente sul lato primario e secondario. Far attenzione a non far entrare impurità nel sistema.

**Q4: Va bene se si applica tensione alla cella a combustibile?**

A4: Questa cella è stata progettata per generare corrente elettrica utilizzando gas. Non applicare tensione alla cella a combustibile, poiché, questo, causerà la rottura della membrana a scambio di protoni. Prestare la massima attenzione.

**Q5: Quanto idrogeno (H<sup>2</sup>) e ossigeno (O<sup>2</sup>) possono essere prodotti con l'elettrolisi dell'acqua?**

A5: 1 cm<sup>3</sup> di acqua può produrre circa 1244 cm<sup>3</sup> di idrogeno (H<sup>2</sup>) e circa 622 cm<sup>3</sup> di ossigeno (O<sup>2</sup>).

### <Riferimento>

Acqua (H<sub>2</sub>O): 18 g/mol (H: 1, O: 16, mol: grammomolecola)

Qualsiasi Gas (Vapore): 22,4 ℓ/mol

Se si suppone che 18g di acqua sono circa 18 cm<sup>3</sup>, allora da 1 cm<sup>3</sup> di acqua si ottengono:

Idrogeno (H<sub>2</sub>):  $22400 / 18 = 1244 \text{ cm}^3$

Ossigeno (O<sub>2</sub>):  $22400/18/2 = 622 \text{ cm}^3$